

## **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 08-124862

(43)Date of publication of application : 17.05.1996

---

(51)Int.Cl. H01L 21/205

H01L 21/3065

H01L 21/31

H05H 1/46

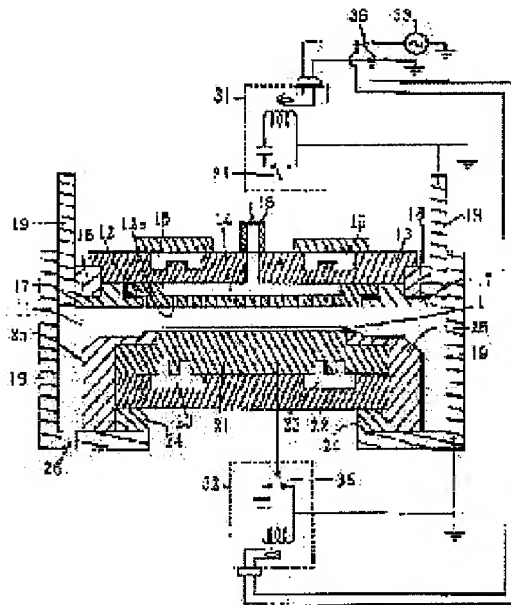
---

(21)Application number : 06-262451 (71)Applicant : SUMITOMO METAL IND

LTD

(22)Date of filing : 26.10.1994 (72)Inventor : YAMADA MINORU

(54) PLASMA TREATING APPARATUS



(57) Abstract:

PURPOSE: To reduce the dispersion of the quality between apparatus, without degrading the reproducibility of the plasma treatment by insulating grounded electrodes from a treating vessel through shield members having a specified value of specific dielectric constant or less.

CONSTITUTION: A treating composed of 11 is defined by Al-made treating walls 19. Above this chamber, an Al-made upper electrode 12 fixed to an Al-made seal plate 13 is supported with alumina-made shield members 17 and 18. In a lower part of the chamber 11, a lower electrode 21 serving as a sample base is disposed on a base plate 22 with specified space from the electrode 13. A treating vessel 19 is grounded. At a plasma mode, a high frequency power is applied to the electrode 12 by switches 34 and 36 and electrode 21 is grounded

by a switch 35. A shield member 24 insulating the electrode 21 from the walls 19 has a specific dielectric constant of 4.0 or less.

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] A means to impress a RF between a processing container, an up electrode, the lower electrode that served both as the sample base, and said up electrode and said lower electrode, In the plasma treatment equipment of a configuration of that have a means to take adjustment of a RF, a RF is impressed to one electrode of said up electrode or said lower electrode, and the electrode and processing container of another side are grounded Plasma treatment equipment characterized by insulating the electrode grounded and the processing container by the shielding member of with a specific inductive capacity of 4.0 or less construction material.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the plasma treatment equipment which performs membrane formation or etching in the plasma generated by high frequency impression.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 1 is the typical sectional view showing the plasma treatment equipment of the parallel plate mold which has an up electrode and a lower electrode. The processing room 11 is formed by the processing vessel wall 19 made from aluminum. The up electrode 12 made from aluminum fixed above the processing room 11 by the sealing strip 13 made from aluminum is supported by the shielding members 17 and 18 made from an alumina. The process gas supply way 16 is formed in the sealing strip 13, and the diffusion space 14 is formed between a sealing strip 13 and the up electrode 12, and much hole 12a is formed in the up electrode 12. Process gas is diffused through the process gas supply way 16 in the diffusion space 14 from the source of gas supply (not shown), and is supplied to the processing room 11 from much hole 12a. Thus, the supplied process gas is exhausted from the exhaust air way 26 with an exhaust air pump (not shown). The refrigerant circuit 15 is formed in the upper part of the up electrode 12, and an up electrode is cooled.

[0003] The lower electrode 21 which countered the lower part of the processing room 11 at the up electrode 12, maintained a predetermined distance, and served as the sample base is arranged on the base plate 22. The lower electrode 21 is formed using the metal which has high thermal conductivity, such as aluminum. A lower electrode is insulated with the processing room 11 by the shielding member 24 made from an alumina while it is covered by the shielding member 25 made from an alumina like an up electrode in perimeters other than a sample installation side. The refrigerant circuit 23 for making the lower part of the lower electrode 21 circulate through a refrigerant is formed, and the lower electrode 21 is cooled.

[0004] RF generator 33 is connected to the up electrode 12 through the RF adjustment machine 32 through the sealing strip 13 and the RF adjustment machine 31 at the lower electrode 21, and the case (it is called plasma mode) that impress high-frequency power to the up electrode 12, and the lower electrode 21 is grounded with the switch means 34 and 35 and the switch means 36, and the case (it is called RIE mode) where ground the up electrode 12 and high-frequency power is impressed to the lower electrode 21 constitute possible [ a switch ]. The processing vessel wall 19 is grounded. Drawing 1 is the case in

plasma mode, high-frequency power is impressed to the up electrode 12 by the switch means 34 and 36, and the lower electrode 21 is grounded by the switch means 35.

[0005] Moreover, as a frequency of an RF generator, 13.56MHz is mainly used.

[0006] Thus, when performing plasma treatment to a sample using the constituted plasma treatment equipment, a sample 1 is first laid on the lower electrode 21. Next, the whole up electrode section is dropped and inter-electrode distance is set up. Then, process gas is supplied through the process gas supply way 16 in the processing room 11 already exhausted to the predetermined pressure, and it is set as a predetermined pressure. And if in the case of plasma mode the lower electrode 21 is grounded and high-frequency power is impressed to the up electrode 12 from RF generator 33, process gas will be plasma-ized and plasma treatment will be performed to a sample. In case high-frequency power is besides impressed to the section electrode 12, a RF can supply between the up electrode 12 and the lower electrode 21 efficiently by taking adjustment of a RF with the RF adjustment vessel 31.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the plasma treatment

equipment using the conventional RF, there was a problem that the repeatability of plasma treatment worsened suddenly and dispersion arose for the engine performance of the plasma treatment between equipment.

[0008] Dispersion in the engine performance of the plasma treatment between equipment aims at offering small plasma treatment equipment, without making this invention in view of the starting trouble, and the repeatability of plasma treatment getting worse.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The lower electrode with which the equipment of this invention served both as the processing container, the up electrode, and the sample base, It has a means to impress a RF between said up electrodes and said lower electrodes, and a means to take adjustment of a RF. A RF is impressed to one electrode of said up electrode or said lower electrode, and it is characterized by insulating the electrode grounded and the processing container by the shielding member of with a specific inductive capacity of 4.0 or less construction material in the plasma treatment equipment of a configuration of that the electrode and processing container of another side are grounded.

[0010]

[Function] Drawing 3 is a high-frequency equivalent circuit at the time of plasma generating of the plasma treatment equipment shown by drawing 1 . It is in the condition in the case (plasma mode) of grounding the lower electrode 21 and impressing high-frequency power to the up electrode 12.

[0011] 46 and 47 -- capacitance  $C_m$  in the RF matching circuit 31 by the side of an up electrode And variable inductance  $L_m$  it is . The impedance  $Z_{ud}$  between the up electrodes 12 and the lower electrodes 21 with which 41 minded the plasma, and 45 are the impedances  $Z_{uc}$  between the up electrodes 12 and the processing vessel walls 19 through a shielding member and the plasma. 42 is the impedance  $Z_{dc}$  between the lower electrode 21 and the processing vessel wall 19, and consists of capacitance  $C_{dc}$  of 43, and an inductance  $L_{dc}$  of 44.  $Z_{dc}$  is expressed with a formula 1.

[0012]

$$Z_{dc} = 2\pi f L_{dc} / (1 - 4\pi^2 f^2 C_{dc} L_{dc}) \dots (\text{formula 1})$$

$f$  is the frequency of high-frequency power.

[0013] In the plasma treatment equipment shown by drawing 1 The impedance  $Z_{dc}$  between this lower electrode 21 and the processing vessel wall 19 gets down from close to a serial to the plasma impedance  $Z_{ud}$ . Depending on



processing conditions Since it is the value which this  $Z_{dc}$  cannot disregard to  $Z_{ud}$ , when it is based on aging of this equipment activity or  $Z_{dc}$  is changed according to the delicate difference in the case of equipment creation, the generating condition of the plasma will be changed sharply.

[0014] Usually, this fluctuation of  $Z_{dc}$  is the variable inductance  $L_m$  in the RF matching circuit 31 by the side of the up electrode 12. Although adjustment can be taken, sufficient adjustment cannot be taken when the impedance  $Z_{uc}$  between the up electrode 12 and the processing vessel wall 19 cannot be disregarded. Therefore, it is necessary to suppress the fluctuation of  $Z_{dc}$  itself.

[0015] the inductance which fulfills this resonance condition in a formula 1 since it becomes  $Z_{dc}=\infty$  at the time of  $4\pi^2 f^2 C_{dc}L_{dc}=1$  (resonance conditions) -- resonance inductance  $L_m$  -- if it carries out --  $L_{dc}$  --  $L_m$  When near, change of  $Z_{dc}$  to change of  $L_{dc}$  becomes very large.

[0016] on the other hand -- the time of  $4\pi^2 f^2 C_{dc}L_{dc}\ll 1$ , i.e.,  $L_{dc}$ , --  $< < L_m$  a case --  $Z_{dc} - 2\pi f L_{dc}$  -- it is -- since --  $L_{dc}$  -- receiving --  $Z_{dc}$  -- change becomes it is small and linear.

[0017] Therefore, when change of  $Z_{dc}$  to change of near  $L_{dc}$  is large to  $4\pi^2 f^2 C_{dc}L_{dc}=1$  (resonance conditions), by making  $C_{dc}$  small, it can be referred to as

$4\pi^2 f^2 C_{dc}L_{dc} \ll 1$ , and change of  $Z_{dc}$  to change of  $L_{dc}$  can be suppressed.

[0018] Based on a measurement result, it explains concretely below. About some plasma treatment equipments, where the lower electrode 21 is grounded, the inductance  $L_{dc}$  of the lower electrode 21 in case the frequency of a RF is 13.56MHz, and the processing vessel wall 19 was measured using the LCR meter. Consequently, it turned out that the inductance  $L_{dc}$  of the lower electrode 21 and the processing vessel wall 19 is sharply changed by 400-1000nH. This is based on dispersion of the contact condition of the relay contact section in a RF adjustment machine, the contact condition at the time of RF system components attachment, etc.

[0019] On the other hand, about the case where it considers as the shielding member of the case where the shielding member 24 which insulates the lower electrode 21 and the processing vessel wall 19 is used as the shielding member made from an alumina, and the product made from Teflon (trademark), the capacitance  $C_{dc}$  of the lower electrode 21 and the processing vessel wall 19 is measured, and the result which the frequency of a RF asked for the value of the resonance inductance  $L_m$  in 13.56MHz is shown in a table 1.

[0020]

[A table 1]

表 1

シールド部材の材質	比誘電率	キャパシタンス(pF)	共振インダクタンス(nH)
アルミナ	9	158.0	872
テフロン	2	115.2	1195

[0021] When specific inductive capacity uses the shielding member made from an alumina which is 9, it is the resonance inductance  $L_m$ . It is 872nH(s) and is in the fluctuation range of the inductance of a lower electrode. On the other hand, when specific inductive capacity uses the shielding member made from Teflon which is 2, it is the resonance inductance  $L_m$ . It is 1195nH(s) and it turns out that it is outside the fluctuation range of the inductance of a lower electrode.

[0022] Moreover, the resonance inductance value at the time of using the shielding member of specific inductive capacity 4.0 was calculated from this result. That is, the capacitance value was calculated by the formula of the following interpolation.

[0023] From  $(115 \times (9-4) + 158 \times (4-2)) / (9-2) = 127$  and this value, the resonance inductance value was calculated and 1080nH was obtained.

[0024] Therefore, by insulating the electrode and processing container which are grounded by the shielding member of with a specific inductive capacity of 4.0 or less construction material Resonance inductance  $L_m$  between the electrodes and processing containers which are grounded It is referred to as 1080 or more nHs. Since it can keep away from 400-1000nH which is the fluctuation range of the inductance between the electrodes and processing vessel walls which are used for these plasma treatment equipments Even if it changes an inductance in this fluctuation range and is the case where the impedance between the electrodes and processing vessel walls to which fluctuation of an impedance can be suppressed and a RF is impressed cannot be disregarded Since sufficient adjustment can be taken, it can suppress changing supply of an inter-electrode RF sharply, and change of the generating condition of the plasma can be suppressed.

[0025] In addition, Kapton (trade name) of all aromatic polyimide resin, BESUPERU (trade name), KEL-F (trade name) of CTFE, etc. are one of with a specific inductive capacity of 4.0 or less things in addition to the Teflon of PTFE. Kapton and BESUPERU are [ 3.5 and KEL-F of specific inductive capacity ] 2.5.

[0026] In addition, also when an up electrode is grounded, the same

effectiveness is acquired by insulating between an up electrode and processing vessel walls by the shielding member of a low dielectric constant as mentioned above.

[0027] Moreover, what is necessary is to insulate no parts from which the electrode grounded and the processing container are insulated by the shielding member of with a specific inductive capacity of 4.0 or less construction material, and just to use for the part which affects the impedance between an electrode and a processing container most, for example, a most close part.

[0028]

[Example] Hereafter, the example of the plasma treatment equipment of this invention is explained.

[0029] The plasma treatment equipment which is the examples of this invention is the equipment explained by the term of [Description of the Prior Art], and equipment similarly shown in drawing 1 , and is the things in plasma mode, high-frequency power is impressed to the up electrode 12 by the switch means 34 and 36, and the lower electrode 21 is grounded by the switch means 35. It differs in that Teflon was used for the shielding member 24.

[0030] The inductance dependency between the lower electrode of an etching

property and a processing room was measured for the polish recon film using this example equipment. In this measurement, the inductance was intentionally changed by changing the die length of the copper plate which takes the flow between a lower electrode and a processing room. As an example of a comparison, it measured also about the equipment using the conventional alumina to the shielding member 24.

[0031] A measurement result is shown in drawing 4 . An axis of abscissa is an inductance between the lower electrode 21 and the processing vessel wall 19, and an axis of ordinate is the etching rate of polish recon. In the equipment of this example, the etching rate of polish recon changed a lot to change of an inductance in the equipment of the example of a comparison to change of an inductance to the etching rate of polish recon having been mostly stable in about 350nm.

[0032] Since especially this change was produced near the resonance point ( $L=872\text{nH}$ ) at the time of using an alumina for a shielding member, it was checked that fluctuation of an impedance has influenced generating of the plasma greatly.

[0033] And although the continuous activity was performed in the equipment of

this example, the count of generating of the situation that the repeatability of plasma treatment which was seen in conventional equipment worsens suddenly decreased. Moreover, although some equipments were produced, it turned out that dispersion in the engine performance of the plasma treatment between equipment is also suppressed compared with conventional equipment.

[0034] Another example of this invention is explained based on drawing 2 . Drawing 2 is the thing in RIE mode, the up electrode 12 is grounded by the switch means 34, and high-frequency power is impressed to the lower electrode 21 by the switch means 35 and 36. In this case, Teflon was used for the shielding member 18. Other parts are the same as that of the equipment explained by the term of [Description of the Prior Art]. Also in the equipment of this example, even if it performed the continuous activity, it turned out that the count of generating of the situation that the repeatability of plasma treatment worsens suddenly decreases, and dispersion in the engine performance of the plasma treatment between equipment is also suppressed compared with conventional equipment.

[0035]

[Effect of the Invention] As explained above, in the plasma treatment equipment

of this invention, dispersion in the engine performance of the plasma treatment between equipment can also be made small, without worsening the repeatability of plasma treatment.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the typical sectional view of plasma treatment equipment (plasma mode).

[Drawing 2] It is the typical sectional view of plasma treatment equipment (RIE mode).

[Drawing 3] It is high-frequency-equivalent-circuit drawing of the plasma treatment equipment of drawing 1 .

[Drawing 4] It is as a result of [ of the etching rate of the polish recon of this example and the example of a comparison ] measurement.

[Description of Notations]

1 Sample

11 Processing Room



12 Up Electrode

12a Hole

13 Sealing Strip

14 Diffusion Space

15 Refrigerant Circuit

16 Process Gas Supply Way

17 Shielding Member

18 Shielding Member

19 Processing Vessel Wall

21 Lower Electrode

22 Base Plate

23 Refrigerant Circuit

24 Shielding Member

25 Shielding Member

26 Exhaust Air Way

31 RF Adjustment Machine

32 RF Adjustment Machine

33 RF Generator

34 Switch Means

35 Switch Means

36 Switch Means

41 Impedance between Up Electrode and Lower Electrode

42 Impedance between Lower Electrode and Processing Vessel Wall

43 Capacitance between Lower Electrode and Processing Vessel Wall

44 Inductance between Lower Electrode and Processing Vessel Wall

45 Impedance between Up Electrode and Processing Vessel Wall

46 Capacitance in RF Matching Circuit by the side of Up Electrode

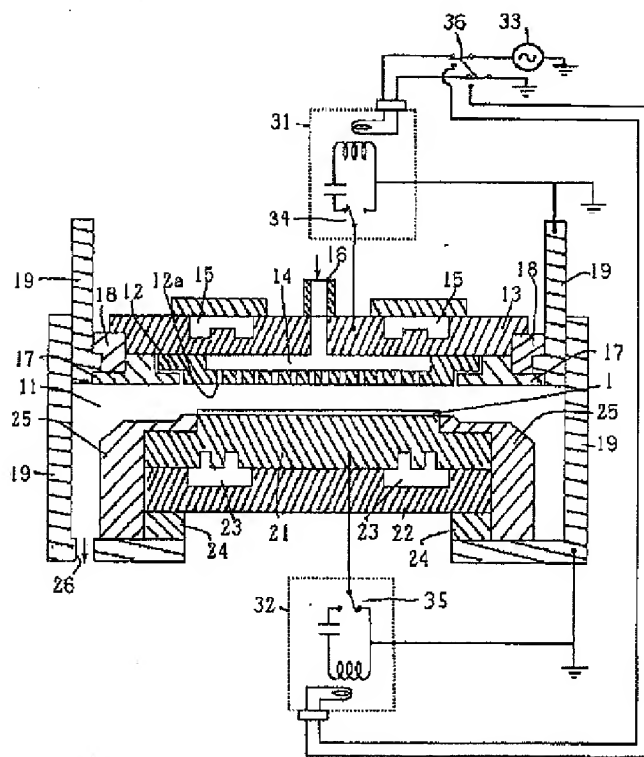
47 Inductance in RF Matching Circuit by the side of Up Electrode

48 RF Generator

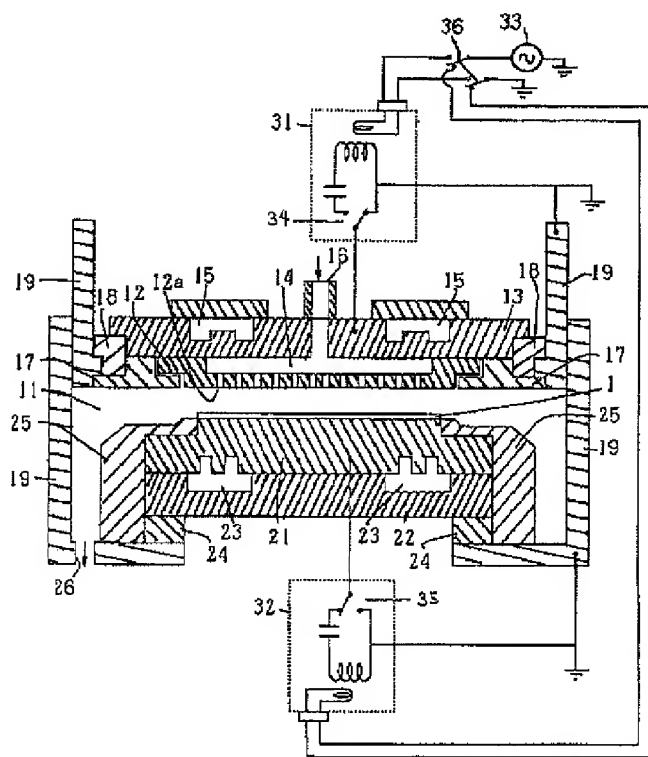
## DRAWINGS

---

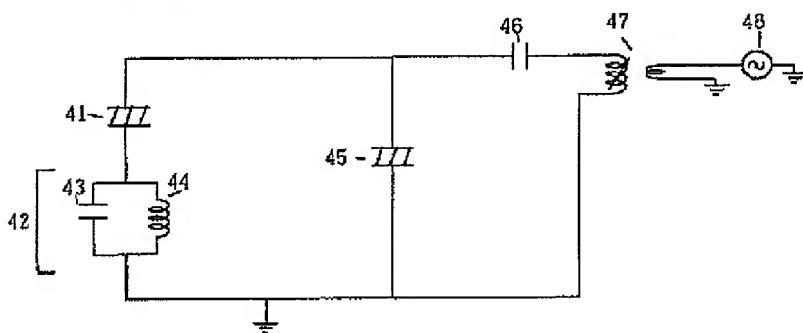
[Drawing 1]



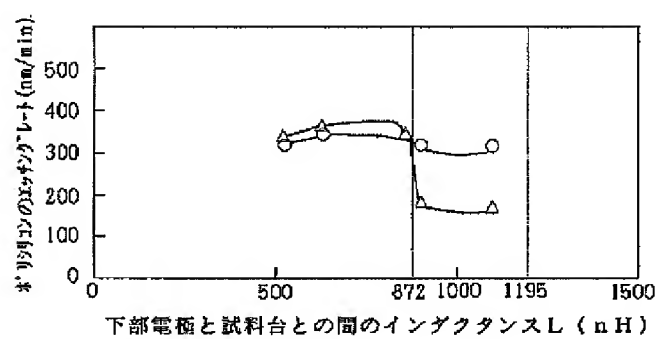
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-124862

(43) 公開日 平成8年(1996)5月17日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205				
21/3065				
21/31	C			
H 0 5 H 1/48	M	9216-2G		
			H 0 1 L 21/ 302	C
			審査請求 有	請求項の数1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-262451

(22) 出願日 平成6年(1994)10月26日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 山田 実

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

(72) 発明者 速水 利泰

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

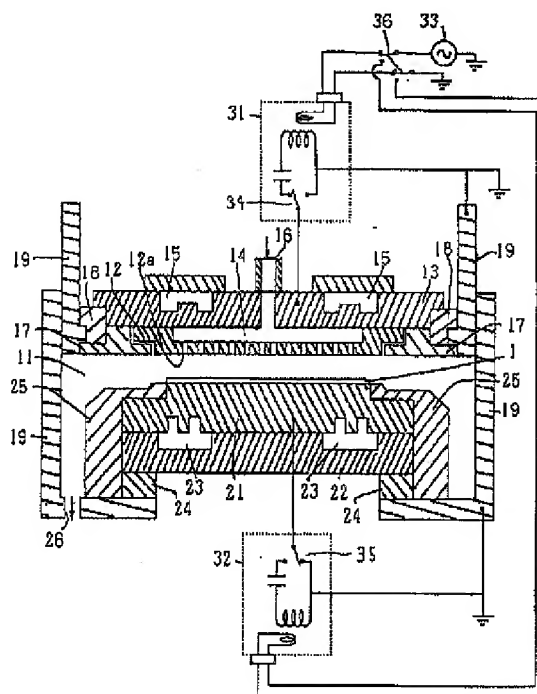
(74) 代理人 弁理士 森 道雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【構成】 処理容器と、上部電極と、試料台を兼ねた下部電極と、前記上部電極と前記下部電極との間に高周波を印加する手段と、高周波の整合をとる手段とを備え、前記上部電極または前記下部電極の一方の電極に高周波が印加され、他方の電極および処理容器が接地される構成のプラズマ処理装置において、接地される電極と処理容器とが比誘電率4.0以下の材質のシールド部材で絶縁される。

【効果】 プラズマ処理の再現性を悪化させることなく、また装置間のプラズマ処理の性能のばらつきも小さくすることができる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理容器と、上部電極と、試料台を兼ねた下部電極と、前記上部電極と前記下部電極との間に高周波を印加する手段と、高周波の整合をとる手段とを備え、前記上部電極または前記下部電極の一方の電極に高周波が印加され、他方の電極および処理容器が接地される構成のプラズマ処理装置において、接地される電極と処理容器とが比誘電率4.0以下の材質のシールド部材で絶縁されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は高周波印加により発生させたプラズマ中で成膜あるいはエッチングを行うプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図1は上部電極と下部電極とを有する平行平板型のプラズマ処理装置を示す模式的断面図である。処理室11はアルミニウム製の処理容器壁19で形成されている。処理室11の上方にはアルミニウム製のシールドプレート13に固定されたアルミニウム製の上部電極12がアルミナ製のシールド部材17及び18に支持されている。シールドプレート13には、プロセスガス供給路16が形成されており、シールドプレート13と上部電極12との間には拡散空間14が設けられ、また上部電極12には多数の孔12aが形成されている。プロセスガスは、ガス供給源（図示せず）からプロセスガス供給路16を介し、拡散空間14で拡散され、多数の孔12aから処理室11に供給されるようになっている。このようにして供給されたプロセスガスは排気ポンプ（図示せず）によって排気路26から排気される。上部電極12の上部には、冷媒循環路15が形成されており、上部電極を冷却するようになっている。

【0003】 処理室11の下部には上部電極12に対向して所定の距離を保って試料台を兼ねた下部電極21がベースプレート22の上に配設されている。下部電極21はアルミニウム等の高い熱伝導率を有する金属を用いて形成されている。下部電極は試料載置面以外の周囲を上部電極と同様アルミナ製のシールド部材25で覆われるとともに、アルミナ製のシールド部材24によって処理室11と絶縁されている。下部電極21の下部には冷媒を循環させるための冷媒循環路23が形成されており、下部電極21を冷却するようになっている。

【0004】 上部電極12にはシールドプレート13と高周波整合器31を介して、下部電極21には高周波整合器32を介して高周波電源33が接続されており、切り換え手段34、35及び切り換え手段36によって、上部電極12に高周波電力を印加し下部電極21を接地する場合（プラズマモードと呼ぶ）と、上部電極12を接地し下部電極21に高周波電力を印加する場合（R I Eモードと呼ぶ）と、を切り換え可能に構成されている。

2

処理容器壁19は接地されている。図1はプラズマモードの場合であり、切り換え手段34、36によって上部電極12に高周波電力が印加され、切り換え手段35によって下部電極21が接地されている。

【0005】 また、高周波電源の周波数としては13.56MHzが主に用いられる。

【0006】 このように構成されたプラズマ処理装置を用いて試料にプラズマ処理を施す場合、まず試料1を下部電極21上に載置する。次に、上部電極部分全体を降下させ、電極間距離を設定する。その後、既に所定の圧力まで排気された処理室11内にプロセスガス供給路16を介してプロセスガスを供給し、所定の圧力に設定する。そして、プラズマモードの場合、下部電極21を接地し、高周波電源33から上部電極12に高周波電力を印加すると、プロセスガスがプラズマ化され、試料にプラズマ処理が施される。この上部電極12に高周波電力を印加する際には、高周波整合器31により高周波の整合をとることによって、効率的に高周波が上部電極12と下部電極21との間に供給できる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の高周波を用いたプラズマ処理装置においては、プラズマ処理の再現性が急に悪くなったり、また装置間のプラズマ処理の性能にばらつきが生じるという問題があった。

【0008】 本発明は係る問題点に鑑みなされたものであって、プラズマ処理の再現性が悪化することなく、また装置間のプラズマ処理の性能のばらつきが小さいプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の装置は、処理容器と、上部電極と、試料台を兼ねた下部電極と、前記上部電極と前記下部電極との間に高周波を印加する手段と、高周波の整合をとる手段とを備え、前記上部電極または前記下部電極の一方の電極に高周波が印加され、他方の電極および処理容器が接地される構成のプラズマ処理装置において、接地される電極と処理容器とが比誘電率4.0以下の材質のシールド部材で絶縁されていることを特徴とする。

## 【0010】

【作用】 図3は図1で示されるプラズマ処理装置のプラズマ発生時の高周波等価回路である。下部電極21を接地し上部電極12に高周波電力を印加する場合（プラズマモード）の状態である。

【0011】 46と47は上部電極側の高周波整合回路31内のキャパシタンスC<sub>0</sub>及び可変インダクタンスL<sub>0</sub>である。41はプラズマを介した上部電極12と下部電極21との間のインピーダンスZ<sub>ud</sub>、45はシールド部材及びプラズマを介した上部電極12と処理容器壁19との間のインピーダンスZ<sub>uc</sub>である。42は下部電極21と処理容器壁19との間のインピーダンスZ<sub>dc</sub>であ

3

って、43のキャパシタンス $C_{dc}$ 及び44のインダクタンス $L_{dc}$ からなる。 $Z_{dc}$ は式1で表される。

$$Z_{dc} = 2\pi f L_{dc} / (1 - 4\pi^2 f^2 C_{dc} L_{dc}) \quad \dots (式1)$$

$f$ は高周波電力の周波数である。

【0013】図1で示されるプラズマ処理装置においては、この下部電極21と処理容器壁19との間のインピーダンス $Z_{dc}$ がプラズマインピーダンス $Z_{ud}$ に対して直列に入っており、処理条件によっては、この $Z_{dc}$ が $Z_{ud}$ に対して無視できない値であるので、この装置使用の経時変化によるか、または装置作成の際の微妙な差異によって $Z_{dc}$ が変動すると、プラズマの発生状態が大きく変動することになる。

【0014】通常、この $Z_{dc}$ の変動は上部電極12側の高周波整合回路31内の可変インダクタンス $L_n$ によって整合をとることができるが、上部電極12と処理容器壁19との間のインピーダンス $Z_{dc}$ が無視できない場合、十分な整合をとることができない。したがって、 $Z_{dc}$ の変動自体を抑える必要がある。

【0015】式1において、 $4\pi^2 f^2 C_{dc} L_{dc} = 1$  (共振条件) のとき $Z_{dc} = \infty$ となるので、この共振条件を満たすインダクタンスを共振インダクタンス $L_n$ とすると、 $L_{dc}$ が $L_n$ に近い場合、 $L_{dc}$ の変化に対する $Z_{dc}$ の変化は非常に大きくなる。

【0016】一方、 $4\pi^2 f^2 C_{dc} L_{dc} \ll 1$ のとき、すなわち $L_{dc} \ll L_n$ の場合、 $Z_{dc} \sim 2\pi f L_{dc}$ であるので $L_{dc}$ に対する $Z_{dc}$ の変化は小さくかつ直線的となる。

表1

シールド部材の材質	比誘電率	キャパシタンス(pF)	共振インダクタンス(nH)
アルミナ	9	158.0	872
テフロン	2	115.2	1195

【0021】比誘電率が9であるアルミナ製のシールド部材を使用した場合、共振インダクタンス $L_n$ は872 nHであり、下部電極のインダクタンスの変動範囲の中にある。これに対して、比誘電率が2であるテフロン製のシールド部材を使用した場合、共振インダクタンス $L_n$ は1195 nHであり、下部電極のインダクタンスの変動範囲外にあることがわかる。

【0022】また、この結果より、比誘電率4.0のシールド部材を使用した場合の共振インダクタンス値を求めた。すなわち、キャパシタンス値を以下の内挿の式によって求めた。

$$[0023] \quad (115 \times (9-4) + 158 \times (4-2)) / (9-2) = 127$$

4

【0012】

【0017】したがって、 $4\pi^2 f^2 C_{dc} L_{dc} = 1$  (共振条件) に近く $L_{dc}$ の変化に対する $Z_{dc}$ の変化が大きい場合、 $C_{dc}$ を小さくすることにより、 $4\pi^2 f^2 C_{dc} L_{dc} \ll 1$ とし、 $L_{dc}$ の変化に対する $Z_{dc}$ の変化を抑えることができる。

【0018】以下具体的に測定結果に基づき説明する。

いくつかのプラズマ処理装置について、下部電極21を接地した状態で、高周波の周波数が13.56 MHzのときの下部電極21と処理容器壁19とのインダクタンス $L_{dc}$ をLCRメータを用いて測定した。その結果、下部電極21と処理容器壁19とのインダクタンス $L_{dc}$ が400~1000 nHで大きく変動していることが分かった。これは、高周波整合器内のリレー接点部の接触状態のばらつき及び高周波系部品組み付け時の接触状態等によるものである。

【0019】これに対して、下部電極21と処理容器壁19とを絶縁するシールド部材24をアルミナ製のシールド部材とした場合とテフロン (登録商標) 製のシールド部材とした場合について、下部電極21と処理容器壁19とのキャパシタンス $C_{dc}$ を測定し、高周波の周波数が13.56 MHzにおける共振インダクタンス $L_n$ の値を求めた結果を表1に示す。

【0020】

【表1】

そして、この値より共振インダクタンス値を求め、1080 nHを得た。

【0024】したがって、接地される電極と処理容器とを比誘電率4.0以下の材質のシールド部材で絶縁することによって、接地される電極と処理容器との間の共振インダクタンス $L_n$ を1080 nH以上とし、これらのプラズマ処理装置に使用される電極と処理容器壁との間のインダクタンスの変動範囲である400~1000 nHから遠ざけることができるので、インダクタンスがこの変動範囲で変動したとしてもインピーダンスの変動を抑えることができ、高周波が印加される電極と処理容器壁との間のインピーダンスが無視できない場合であっても、十分な整合をとることができるので、電極間への高



5

周波の供給が大きく変動することを抑え、プラズマの発生状態の変化を抑えることができる。

【0025】なお、比誘電率4.0以下のものとして、PTFEのテフロン以外に全芳香族ポリイミド樹脂のカプトン（商品名）、ベスベル（商品名）、及びCTFEのKELEF（商品名）等がある。比誘電率は、カプトン、ベスベルが3.5、KELEFが2.5である。

【0026】なお、上部電極が接地される場合にも、上部電極と処理容器壁との間を上記のように低誘電率のシールド部材で絶縁することにより、同様の効果が得られる。

【0027】また、接地される電極と処理容器とが絶縁されている全ての部分が、比誘電率4.0以下の材質のシールド部材で絶縁される必要はなく、電極と処理容器との間のインピーダンスに最も影響を与える部分、例えば最も近接している部分に用いれば良い。

【0028】

【実施例】以下、本発明のプラズマ処理装置の実施例について説明する。

【0029】本発明の実施例であるプラズマ処理装置は「従来の技術」の項で説明した装置と同様、図1に示した装置であって、プラズマモードのものであり、切り換え手段34、36によって上部電極12に高周波電力が印加され、切り換え手段35によって下部電極21が接地されたものである。シールド部材24にテフロンを用いた点のみ異なる。

【0030】本実施例装置を用いて、ポリシリコン膜をエッチング特性の下部電極と処理室との間のインダクタンス依存性を測定した。本測定においては、下部電極と処理室との間の導通をとる銅板の長さを変えることにより作動的にインダクタンスを変化させた。比較例として、シールド部材24に従来のアルミナを用いた装置についても測定した。

【0031】測定結果を図4に示す。横軸は下部電極21と処理容器壁19との間のインダクタンス、縦軸はポリシリコンのエッチングレートである。本実施例の装置においては、インダクタンスの変化に対して、ポリシリコンのエッチングレートは350nm近くでほぼ安定していたのに対し、比較例の装置においては、インダクタンスの変化に対して、ポリシリコンのエッチングレートは大きく変化した。

【0032】特に、この変化はシールド部材にアルミナを用いた場合の共振点（ $L=872\text{ nH}$ ）付近で生じているので、インピーダンスの変動がプラズマの発生に大きく影響していることが確認された。

【0033】そして、本実施例の装置において継続的な使用を行ったが、従来の装置において見られたようなプラズマ処理の再現性が急に悪くなるという状況の発生回数は減少した。また、いくつかの装置を作製したが、装置間のプラズマ処理の性能のばらつきも従来の装置に比

6

べ抑えられることがわかった。

【0034】本発明の別の実施例を図2に基づき説明する。図2は、RIEモードのものであり、切り換え手段34によって上部電極12が接地され、切り換え手段35、36によって下部電極21に高周波電力が印加されている。この場合、シールド部材18にテフロンを用いた。その他の部分は、「従来の技術」の項で説明した装置と同様である。本実施例の装置においても、継続的な使用を行っても、プラズマ処理の再現性が急に悪くなるという状況の発生回数が減少し、また、装置間のプラズマ処理の性能のばらつきも従来の装置に比べ抑えられることがわかった。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のプラズマ処理装置においては、プラズマ処理の再現性を悪化させることなく、また装置間のプラズマ処理の性能のばらつきも小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】プラズマ処理装置（プラズマモード）の模式的断面図である。

【図2】プラズマ処理装置（RIEモード）の模式的断面図である。

【図3】図1のプラズマ処理装置の高周波等価回路図である。

【図4】本実施例及び比較例のポリシリコンのエッチングレートの測定結果である。

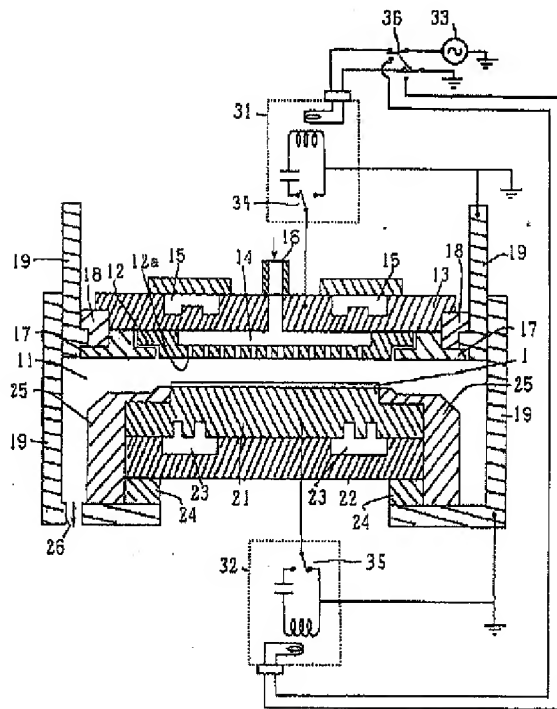
【符号の説明】

- 1 試料
- 11 処理室
- 12 上部電極
- 12a 孔
- 13 シールドプレート
- 14 拡散空間
- 15 冷媒循環路
- 16 プロセスガス供給路
- 17 シールド部材
- 18 シールド部材
- 19 処理容器壁
- 21 下部電極
- 22 ベースプレート
- 23 冷媒循環路
- 24 シールド部材
- 25 シールド部材
- 26 排気路
- 31 高周波整合器
- 32 高周波整合器
- 33 高周波電源
- 34 切り換え手段
- 35 切り換え手段
- 36 切り換え手段

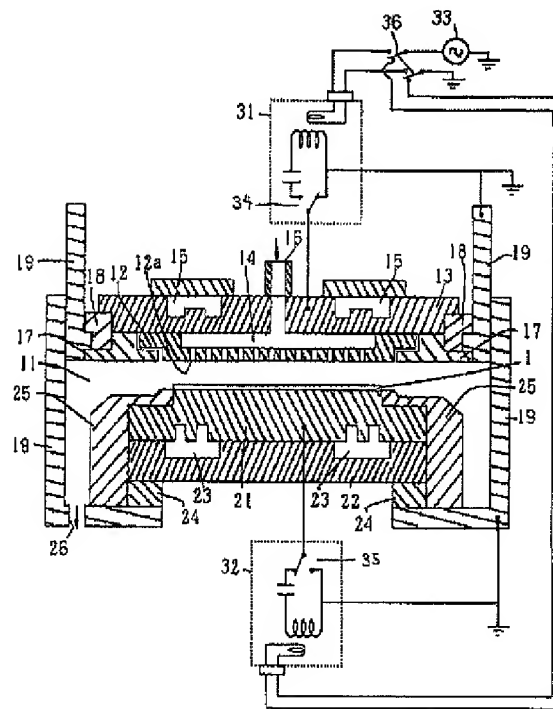
- 4 1 上部電極と下部電極との間のインピーダンス  
 4 2 下部電極と処理容器壁との間のインピーダンス  
 4 3 下部電極と処理容器壁との間のキャパシタンス  
 4 4 下部電極と処理容器壁との間のインダクタンス

- 4 5 上部電極と処理容器壁との間のインピーダンス  
 4 6 上部電極側の高周波整合回路内のキャパシタンス  
 4 7 上部電極側の高周波整合回路内のインダクタンス  
 4 8 高周波電源

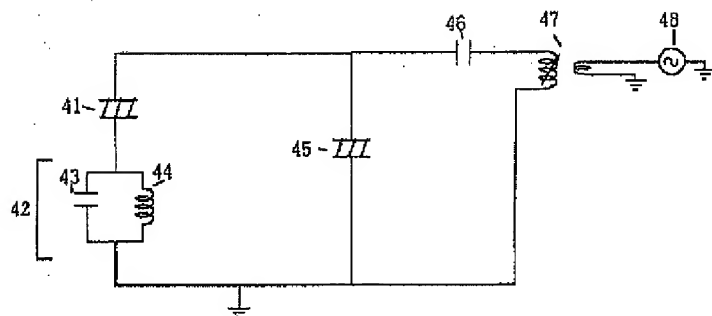
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図4】

